

La gran apagada elèctrica

27 maig 2025

La Gran Apagada Ibèrica: un avís des del cor del sistema energètic

A l'“A Fons” d'aquest mes parlem del Gran Apagada Ibèrica, les seves causes i conseqüències amb el nostre company Antonio Turiel (ICM-CSIC), una de les veus més crítiques pel que fa a la transició energètica convencional.



Les conseqüències de l'apagada van ser múltiples i encara es continuen avaluant / Pixabay.

El 28 d'abril de 2025, la península Ibèrica es va submergir en la foscor. Des de les grans ciutats fins als pobles rurals, milions de persones van quedar-se sense electricitat durant hores. Més enllà de les incomoditats quotidianes —ascensors aturats, semàfors apagats, comunicacions caigudes—, allò que es va viure aquella jornada va ser un símptoma d'una crisi energètica més profunda, una que l'investigador de l'Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC) Antonio Turiel feia anys que advertia. La seva xerrada titulada “Causes i conseqüències energètiques i ambientals de la gran apagada ibèrica”, que va tenir lloc poc després de l'esdeveniment, no només va servir com a diagnòstic tècnic, sinó com una crida urgent a repensar el model energètic vigent.

Turiel, físic, matemàtic i una de les veus més crítiques pel que fa a la transició energètica convencional, va exposar el que, segons ell, va ser una tempesta perfecta: una xarxa elèctrica saturada pel creixement abrupte de la producció fotovoltaica, una infraestructura obsoleta i una gestió política i industrial que ha prioritzat els beneficis immediats per sobre de l'estabilitat a llarg termini.

Segons l'investigador, l'origen de l'apagada no va ser tant la manca de generació com la seva descoordinació. En els darrers anys, Espanya ha experimentat un boom en instal·lacions solars, tant en l'àmbit domèstic com industrial. Aquest creixement, celebrat pels governs i els mercats com un triomf verd, ha tingut la seva cara fosca: moltes d'aquestes plantes no compten amb estabilitzadors de xarxa, dispositius essencials que permeten mantenir l'equilibri entre l'oferta i la demanda d'electricitat i altres característiques del senyal

elèctric, com el voltatge i la freqüència. Sense ells, la producció fotovoltaica es converteix en una font inflexible, incapaç de respondre als problemes que a vegades es presenten a la xarxa i, per tant, en cas d'incidències importants, no pot respondre-hi.

“El sistema elèctric està dissenyat per funcionar com una orquestra ben afinada, on cada instrument entra en el moment just. Però el que tenim ara és una cacofonia de violins desafinats”, va exposar Turiel en la seva intervenció. Quan a la tarda del 28 d'abril una alta producció solar va coincidir amb una baixa demanda i una feble capacitat d'ajust, el resultat va ser un col·lapse tècnic en cadena.

Segons l'investigador, si les companyies elèctriques haguessin invertit en els sistemes d'estabilització necessaris i no haguessin pressionat per relaxar les normatives al respecte, l'apagada no s'hauria produït. Així mateix, l'investigador va destacar que el govern havia aprovat l'any 2022 una normativa per a la connexió a la xarxa d'alta tensió que exigeix de facto la incorporació d'aquests dispositius, però que no afecta tot el que s'instal·la amb anterioritat a aquesta data.

Més enllà de la qüestió tècnica, Turiel va situar l'apagada en un context molt més ampli: el dels límits físics i ecològics del sistema energètic actual. Segons ell, la transició energètica tal com s'està duent a terme —substituint combustibles fòssils per renovables sense reduir significativament el consum— no és sostenible.

“Ens estem enganyant si creiem que podem continuar vivint igual, simplement canviant la font d'energia”, va sentenciar. En la seva opinió, el risc de col·lapse no és només elèctric, sinó civilitzatori”.

Aquest diagnòstic és coherent amb les seves anàlisis anteriors, on ha insistit que l'accés a l'energia barata i abundant ha estat una anomalia històrica més que no pas una norma. En un planeta finit, amb materials limitats i una biosfera al llindar del col·lapse, la idea d'un creixement perpetu impulsat per tecnologies netes es presenta tan perillosa com il·lusòria.

Per a Turiel, la gran apagada no és una excepció sinó un avís. Una mostra del que pot passar si no es reorienta el rumb de la transició energètica cap a un model més racional, descentralitzat i, sobretot, sobri en consum. Per això, l'expert defensa avançar cap a un sistema on la demanda s'ajusti a l'oferta i no al revés, la qual cosa implicaria un canvi profund en els nostres hàbits de vida: menys mobilitat, menys consum, menys dependència tecnològica.

Per descomptat, aquesta proposta no és fàcil de pair ni d'aplicar. Suposa trencar amb dècades de polítiques orientades al creixement, amb interessos econòmics de gran envergadura i amb una ciutadania poc disposada a renunciar al seu confort. Però l'investigador insisteix: “no es tracta de triar entre canvi o continuïtat, sinó entre canvi planificat o col·lapse forçós”.

En aquest sentit, també va apel·lar al paper de l'Estat:

“Un sistema elèctric resilient no pot deixar-se en mans de les lògiques del mercat”. En aquest sentit, Turiel assegura que cal una intervenció pública que garanteixi la inversió en infraestructures crítiques, promogui l'accés equitatiu a l'energia i eduqui la població sobre la necessitat d'una transformació profunda.

Les conseqüències de l'apagada van ser múltiples i encara es continuen avaluant: pèrdues econòmiques, interrupcions en serveis essencials, paràlisi del transport i, sobretot, una sensació generalitzada de vulnerabilitat. Però si alguna cosa va deixar clara aquella nit, va ser que la seguretat energètica no pot donar-se per feta. I que darrere de cada endoll, cada bombeta i cada electrodomèstic, hi ha una xarxa complexa la qual estabilitat depèn de decisions tècniques, polítiques i socials que no poden continuar posposant-se.

En paraules de Turiel, “el que va passar no és una fallada puntual, sinó un símptoma que estem jugant amb foc. I com més triguem a reaccionar, més probabilitats hi ha que aquest incendi ens devori”.

La xerrada va acabar amb una nota esperançadora, però alhora realista. “La sortida existeix, però requereix voluntat política, consciència ciutadana i una transformació profunda del nostre model de vida”. No es tracta de tornar a les caveres, com caricaturitzen alguns, sinó de trobar un nou equilibri entre tecnologia, ecologia i justícia, va advertir. Un en què la llum no depengui només del que passa als panells solars, sinó del que passa en les nostres consciències.

Web de L'Institut de Ciències del Mar

Antonio Turiel: “No s’ha volgut fer allò que calia per a garantir el subministrament elèctric, sinó allò que més beneficis donava a les companyies”

Ricardo Suárez / Nós Diario - 01.05.2025



Entrevista al científic i divulgador, investigador de l'Institut de Ciències del Mar del CSIC, sobre el sistema elèctric de l'estat espanyol
Turiel, l'any 2020 (fotografia: VilaWeb).

El científic i divulgador Antonio Turiel, investigador de l'Institut de Ciències del Mar del CSIC, ja advertí l'any passat que podríem veure una apagada com la de dilluns. Turiel ha publicat fa poc el llibre *El futuro de Europa (Destino)*; ara, tots els ulls es fixen en les seves reflexions per entendre què passà durant l'apagada. En aquesta entrevista, Nós Diario parla amb el doctor en física teòrica sobre el sistema elèctric de l'estat espanyol.

—Ja havíeu advertit que una apagada com aquesta podria passar.
—L'any passat ja vam tenir diversos episodis en què vam ser a prop

de situacions com aquesta, en què vam córrer el risc que mitja península acabés a les fosques. Finalment, ha estat tota. Un dels grans problemes en aquell moment –que també hem vist aquesta setmana– és que, en el moment de l'apagada, les centrals de gas de cycle combinat estaven apagades per motius econòmics, en compte d'estar preparades per a agafar el relleu si calia. No s'ha volgut fer allò que calia per a garantir el subministrament elèctric, sinó allò que més beneficis donava a les companyies. I això passa si jugues amb foc, perquè és un sistema molt delicat. En aquest cas, hi ha hagut més elements, particularment un problema d'estabilitat en el corrent que ha desencadenat l'apagada. Però el problema de fons és una mica el mateix: tenim sistemes de producció [d'energia] renovable que s'han introduït [a la xarxa elèctrica] desordenadament, sense cap classificació ni cap sistema d'estabilització que els acompanyés, i arriba un moment en què el sistema no pot agafar-ne el relleu. En els episodis de l'any passat, els processos van ser més lents, i es va decidir d'apagar tota la indústria de l'estat espanyol, una pràctica que es coneix com a sistema de resposta a la demanda.

—Com funciona aquest sistema, i per què no va poder-se activar dilluns?

—A les empreses que hi són subscrietes se les avisa amb quinze minuts de marge i, a canvi d'aturar la producció, els subministren electricitat a cost més baix. En episodis anteriors va haver-se d'apagar tota la indústria subscripta al sistema de resposta a la demanda; en el cas de dilluns, però, el problema va ser que l'apagada fou extremadament ràpida. Va haver-hi un problema de sobretensió: es produïa molta energia renovable, i tot i que hi havia indicis d'inestabilitat –indicis de fluctuacions, de pujades i baixades excessives de la tensió– ningú no va fer res. Calia activar els cicles combinats i aturar part de la producció, però això no es va fer i el sistema va començar a caure en cascada. De cop es van perdre quinze gigawatts de potència i, lògicament, tot va quedar a les fosques. Tot això té a veure amb aquest model de gestió de les renovables: espero que se n'apregui la lliçó, i que això no torni a passar mai més.

—Parleu de la necessitat d'ordenar el sistema. Què cal fer, per ordenar-lo?

—No pot ser que hi hagi incentius a la producció sense consum. No pot ser que es cobri un preu fix per l'electricitat encara que el preu de mercat sigui zero, que és allò que passà dilluns. Es vol cobrar tota aquesta electricitat peti qui peti per fer-ne diners, però això fa que el sistema de preus i contractes subscrits sigui deficient. Si Red Eléctrica detecta que hi ha problemes d'estabilitat a la xarxa, ha d'ordenar que deixi de produir-se i, si cal, activar sistemes de producció més estables, com ara els cicles combinats. Això, per desgràcia, no es va fer dilluns, imagino que per motius econòmics i polítics. La xarxa elèctrica ha d'anar acompanyada de sistemes d'estabilització per evitar que passin situacions com aquesta.

—Algunes veus han posat l'energia nuclear sobre la taula.

—Dilluns, amb l'apagada, les centrals nuclears es van posar en mode d'emergència, i encara continuen així. Ara com ara [dimarts] no es produeix energia nuclear; no es produeix ni un quilowatt d'energia nuclear. Deixant de banda el fet que no es pretén aconseguir seguretat ni res d'això, la realitat és que aquesta tecnologia no ha pogut mantenir-se encesa. S'ha demostrat que l'energia nuclear no és capaç de reaccionar en situacions com aquesta.

—És eficient el model de xarxa elèctrica que hi ha a l'estat espanyol?

—El model de producció energètica no pot ser a costa de crear “territoris de sacrifici”. Hi ha un excés de capacitat instal·lada, i l'única justificació és l'especulació. És un model que comença a presentar símptomes d'esgotament: hi ha hagut una bombolla especulativa, igual que la del maó. Ara cal pensar què caldrà fer en el futur, i és clar que no serà això.

—A quina conclusió arribem, amb tot això que passa amb l'electricitat?

—La clau és que el problema no són les renovables; són les renovables així. Aquesta no és la manera de fer les coses: s'ha afavorit un model que cerca promoure el negoci i s'han permès comportaments irresponsables, que són allò que ens han dut a la situació actual. El sistema elèctric pot construir-se d'una manera diferent i molt millor.

Nos Diario / Vilaweb

El context de la gran apagada

L'estat espanyol tenia uns dies de producció renovable màxima

Les xarxes elèctriques europees necessiten una modernització

Marc Belzunces - 28.04.2025



Ahir vam assistir a un dia històric, amb una apagada general a tota la península sense precedents. I que no es va propagar a la resta d'Europa perquè es va tallar la interconnexió amb l'estat francès, justament, per evitar-ho. Ara mateix només podem especular sobre les causes d'aquesta apagada, perquè les autoritats no les han explicades, però esperem que ho acabin esbrinant aquests dies o setmanes vinents. Més enllà de la causa concreta, és important saber el context en què es troba el sistema elèctric i què pot haver contribuït a una situació com la d'ahir, el màxim malson dels gestors de qualsevol xarxa elèctrica. Un context que també permet d'albirar les solucions que es poden implementar per a impedir que torni a passar o que el seu impacte sigui molt menor. I també les mesures que podem prendre a casa per aïllar-nos d'un esdeveniment d'aquesta mena.

Atac cibernètic

Aquesta ha estat una de les primeres causes que ha vingut al cap de tothom. La xarxa elèctrica és una infraestructura bàsica de qualsevol país. I, per tant, si es vol fer mal, és un objectiu prioritari. Els sistemes informàtics de la xarxa elèctrica reben ciberatacs sovint, com qualsevol servidor connectat a la xarxa, i estan protegits per a aquesta mena d'atacs, si més no, fins ara. Però hi ha l'exemple dels ciberatacs atribuïts a grups de hackers associats als serveis d'intel·ligència de Rússia a la xarxa elèctrica ucraïnesa d'ençà del 2015. Atacs que han tingut una afectació local i regional, i que han deixat durant hores sense servei elèctric centenars de milers de clients. Els atacants prenen el control dels servidors de gestió de la xarxa elèctrica i desconnectaven subestacions, destruïen ordinadors o blocaven les línies d'atenció al client. Tanmateix, hi ha uns quants elements que permetrien descartar aquesta hipòtesi. D'una banda, aquests ciberatacs han estat incapaços de tombar tota la xarxa elèctrica ucraïnesa. D'altra banda, seria més lògic atacar uns altres estats europeus de més pes econòmic i amb un suport més explícit a Ucraïna. A més, l'estat espanyol compra grans quantitats de gas liquat rus. De fet, Rússia n'és el principal proveïdor. Seria contraproduent atacar un dels estats que més diners proporciona a Rússia per continuar l'agressió a Ucraïna.

Dies de producció renovable màxima al sistema elèctric peninsular

Un dels elements que podria haver tingut més incidència és que aquests dies a l'estat espanyol es baten rècords absoluts de producció renovable, particularment, de solar. De fet, alguns dies, el 100% de la demanda s'ha pogut cobrir amb renovables. Cal entendre que som a l'època de l'any en què comença a pujar la producció solar, perquè hi ha més hores de sol i les temperatures encara no són gaire elevades (amb la calor, les plaques perden rendiment). A més, com que fa bon temps, no fem servir ni la calefacció ni l'aire condicionat, de manera que la demanda no és gaire elevada. A tot plegat, s'hi ha d'afegir que l'estat espanyol continua incorporant grans quantitats de potència nova renovable, especialment solar.

El fet que hàgim tingut uns dies en què la producció renovable cobria el 100% de la demanda mostra que això es pot gestionar. Tanmateix, ja fa uns quants anys, Francesco Starace, director general d'Enel, l'elèctrica més gran d'Europa i propietària d'Endesa, va advertir que, per sobre del 70% de producció renovable, la gestió es complica i cal recórrer a emmagatzematge: d'embassaments reversibles fins a grans bateries estacionàries BESS. En aquest sentit, tots els experts coincideixen que cal implementar emmagatzematge a gran escala a la xarxa elèctrica amb la producció renovable actual. Per exemple, Califòrnia ja n'ha fet un desplegament significatiu, i les bateries proporcionen quantitats importants d'electricitat durant les hores de més demanda al vespre. L'estat espanyol té planificat de fer-ho igual i ja s'han aprovat uns quants projectes de bateries estacionàries BESS, que es troben en fase de construcció. Algunes, fins i tot, ja han entrat en operació. Tanmateix, a l'apagada, hi podria haver contribuït un desplegament insuficient d'emmagatzematge en uns dies en què hi ha hagut un rècord absolut de producció renovable, particularment, solar. En unes condicions de gestió extremadament difícils, qualsevol fallada menor pot dur a una fallada en cadena. Especialment, si tenim en compte l'estat de la xarxa elèctrica, com fa temps que adverteixen experts.

Una xarxa elèctrica que s'ha de modernitzar

La producció renovable podria no haver estat la causa primària de l'apagada general. De fet, la llum ha tornat gràcies a les renovables: les centrals hidroelèctriques s'han pogut tornar a engegar de manera autònoma, i han proporcionat l'electricitat inicial necessària per a anar reactivant la xarxa elèctrica progressivament. La fallada podria haver estat purament tècnica, de mal funcionament d'algun element de transmissió. De fet, tenim el precedent recent de la gran apagada a Xile, que va deixar sense llum el 90% de la població, catzoze regions de setze. Una fallada d'una línia de transmissió va causar la desconnexió automàtica per seguretat i això va desembocar en el col·lapse en cadena de la resta de la xarxa elèctrica.

Els experts adverteixen que la xarxa elèctrica ha estat dissenyada per a grans centrals de producció fòssil i nuclear concentrades en llocs molt concrets. Una producció centralitzada molt diferent d'una producció descentralitzada amb infinitat de petites centrals renovables repartides per tot el territori. A molts països, hi ha segments de les xarxes elèctriques saturats i no admeten més producció renovable. Un dels problemes principals, adverteixen els experts, és la manca de capacitat de fabricació a Europa de prou transformadors, els elements necessaris per a actualitzar la xarxa elèctrica a la nova producció renovable descentralitzada. La UE ha situat com una de les prioritats de la política energètica l'actualització de les xarxes elèctriques. La gran apagada a la península ibèrica pot esdevenir un gran avís sobre una xarxa elèctrica que es troba en tensió màxima per una producció renovable en màxims històrics. Una producció que és necessària i que ha de continuar pujant.

La necessitat d'una xarxa intel·ligent bidireccional

Seria un error pensar que la defensa de les renovables ha estat una equivocació i que cal tornar a la producció de centrals de gas i carbó i la nuclear. Les renovables, especialment la solar i l'eòlica, aporten més seguretat energètica, encara que ara mateix, després d'haver viscut una gran apagada, això pugui ser inversemblant.

Cal entendre que les renovables són tan sols un dels elements necessaris que conformaran el nou sistema energètic basat, gairebé exclusivament, en l'electricitat. Un sistema que serà més robust, resilient i amb una energia més econòmica. Un dels altres elements cabdals és una xarxa intel·ligent que pugui gestionar tant la producció com la demanda. I que ho pugui fer de manera descentralitzada, perquè, en cas que hi hagi una fallada en un lloc, no es propagui a la resta. Per una banda, calen grans bateries a les centrals de producció renovable. La seva funció és emmagatzemar la generació eòlica i solar, ja sigui perquè hi ha excedents de producció i no es pot evacuar, ja sigui perquè no interessa la seva producció per a no inestabilitzar la xarxa. Aquestes bateries també han d'anar a la mateixa xarxa elèctrica, prop dels centres de consum. Les bateries no tan sols poden proporcionar electricitat per al consum, sinó que també poden estabilitzar la xarxa si varien perillosament paràmetres com la freqüència o el voltatge.

Un altre element que ajudarà a una xarxa elèctrica més estable són els vehicles elèctrics. Milions de cotxes amb grans bateries. Amb una xarxa intel·ligent, es pot fer que aquests vehicles es carreguin quan hi hagi un excés de producció renovable. I proporcionin electricitat quan hi hagi els pics de demanda, a més d'ajudar a estabilitzar els paràmetres tècnics de la xarxa elèctrica. De fet, recentment, a Austràlia els experts han dit que calia implementar el V2G (vehicle to grid, "vehicle a xarxa") al país, el protocol que ha de permetre-ho i que fins ara no s'ha aplicat en cap país, més enllà de proves a petita escala.

Com ens podem protegir de grans apagades?

Moltes persones que tenen plaques solars a casa s'han quedat igualment sense electricitat amb la gran apagada. Això és perquè l'inversor, que és el que transforma l'electricitat de les plaques (corrent continu) a la forma d'electricitat que necessitem a casa (corrent altern), necessita electricitat. Podria agafar-la de les plaques, però arran d'una apagada de la xarxa elèctrica, l'inversor també s'apaga, per seguretat, tal com determina la normativa. Si no, vessaria electricitat a la xarxa elèctrica que podria electrocutar les persones que hi fan reparacions. Això passa perquè la majoria d'instal·lacions d'autoproducció solar residencial es fan sense un element que es diu offgrid, perquè n'apuja el preu. Tanmateix, aquest element, en cas d'una apagada, aïlla la nostra llar de la xarxa elèctrica automàticament, de manera que la producció de les plaques solars pot alimentar l'inversor, el qual continua proporcionant electricitat a casa gràcies a les plaques solars, com si no hagués passat res. De fet, en cas d'apagada, no ens n'adonàriem, perquè l'aïllament es produeix en mil·lisegons, sense que els llums s'apaguin. Ja hi ha models d'inversors que incorporen l'offgrid, però els més econòmics no el duen, de manera que l'hem d'adquirir per separat.

Si tenim plaques solars a casa i volem que no ens afectin apagades com la d'ahir, haurem d'instal·lar-nos l'offgrid o canviar-nos l'inversor per un que el tingui. I per aïllar-nos encara més, podem optar també per una bateria estacionària a casa d'uns 10-20kWh, de manera que quan el sol es pongui, continuem amb llum a casa. Per a un futur pròxim, hi haurà l'equivalent del V2G per a casa, el V2H (vehicle to home, "vehicle a casa"), de manera que puguem utilitzar la bateria del nostre cotxe elèctric per alimentar la casa. Fa poc, també s'ha definit el V2B (vehicle to building, "vehicle a edifici"), que seria l'equivalent al V2H de cases unifamiliar a edificis d'habitatges. És a dir, casa nostra en un edifici podrà obtenir electricitat durant apagades gràcies a plaques solars comunitàries instal·lades a la teulada de l'edifici i dels cotxes aparcats al pàrquing comunitari, que repartiran la seva energia entre tots els veïns. Tanmateix, encara no s'ha aplicat de manera generalitzada cap d'aquests protocols. De moment, els cotxes elèctrics tot just comencen a proporcionar el protocol V2L (vehicle to load, "vehicle a endoll"), que permet d'endollar qualsevol electrodomèstic al cotxe. La seva utilitat, per tant, és limitada, però en una situació com la d'ahir, a moltes persones els pot ser de gran utilitat, per exemple, per a connectar la nevera al cotxe i conservar-ne els aliments.

En conclusió, encara no sabem la causa principal d'una gran apagada peninsular sense precedents. Però hi ha una sèrie d'elements que hi podrien haver contribuït significativament, de manera que una petita espurna s'hagués expandit ràpidament. Una xarxa elèctrica antiga dissenyada estructuralment per a un sistema de generació elèctrica centralitzada que ha estat superat per les noves formes de producció descentralitzada. Una producció renovable en rècords absoluts per noves centrals que han entrat en funcionament aquest darrer any i que ara, a la primavera, comencen a produir en volums importants per primera vegada. Una cobertura del 100% de la demanda amb aquesta producció renovable durant moltes hores aquests darrers dies. I una manca d'implementació de grans bateries i de protocols tècnics existents que transformarien la xarxa elèctrica en intel·ligent i que podrien haver aïllat el problema inicial, de manera que s'hagués evitat una gran apagada.

Aquests canvis s'aniran implementant els anys vinents. Mentrestant, si ens volem aïllar d'apagades a casa, la millor cosa que podem fer és instal·lar-nos plaques solars, un sistema offgrid, una bateria estacionària i adquirir un vehicle elèctric amb el protocol V2L o, millor encara, V2H. Amb tot això, podríem passar dies, fins i tot setmanes i mesos, prescindint completament de la xarxa elèctrica general.

Vilaweb

Apagada: la responsabilitat tomba cap a Red Eléctrica i l'estat espanyol, i els canvis que s'han de fer a la xarxa elèctrica

Hi ha indicis que l'apagada fou el resultat de déficits estructurals de la xarxa elèctrica espanyola, tant en disseny com en gestió

Marc Belzunces - 03.05.2025



Passats uns quants dies, encara no sabem les causes exactes de l'apagada, sense precedents a Europa, que vam tenir el dia 28 d'abril. Els experts adverteixen que això és normal, que caldran setmanes i mesos per a esbrinar concretament què va passar, si és que mai s'arriba a saber. Tanmateix, els experts també comencen a focalitzar les responsabilitats sobre l'apagada. Si algunes veus havien atorgat inicialment la culpa principal a les centrals de generació renovable, l'anàlisi posterior sembla més aviat descartar la generació i centrar-ho en la xarxa elèctrica. És a dir, en la gestió d'aquesta producció, que és responsabilitat de Red Eléctrica. Alhora, també s'apunta a l'estat, a la planificació energètica que ha fet l'administració pública, i que potser no va proporcionar prou elements a Red Eléctrica per a poder tenir més capacitat de reacció en cas de fallades com la d'aquesta setmana.

Igualment, els experts han començat a apuntar quines solucions s'haurien d'aplicar urgentment per solucionar dèficits estructurals del sistema elèctric espanyol, seguint els exemples d'accions que s'han fet a llocs com Califòrnia i Austràlia, on també han tingut grans apagades aquests darrers anys.

Què sabem fins ara

Com dèiem, fins ara no es té gaire informació sobre què va passar exactament. Però sabem la successió de fets. Dilluns, 28 d'abril, a les 12.32, hi ha un incident a la xarxa elèctrica espanyola que és detectat a l'estat francès. No sabem la naturalesa d'aquest incident: si va fallar una central, una subestació o una línia elèctrica, ni per quin motiu va fallar. Però es va resoldre satisfactòriament perquè la xarxa elèctrica és dissenyada sota el paràmetre anomenat "n-1", que vol dir que si falla qualsevol element, n'hi ha un altre per a substituir-lo immediatament. Cal dir que cada dia passen incidents que són resolts gràcies a aquest disseny "n-1". Tanmateix, l'incident va consumir uns recursos immediats que més endavant haurien pogut ser necessaris i que no es van poder fer servir, segons que apunten els experts.

Un segon i mig més tard del primer incident, n'hi ha un altre. Novament de naturalesa indeterminada, per la informació que tenim fins ara. Com el primer, sembla que va causar una baixada de la freqüència. La xarxa elèctrica europea funciona a una freqüència de 50 Hz, que ha de ser extremadament estable, i és mesurada fins a tres decimals. Si baixa a 49,999 comença a haver-hi un problema. Si baixa a 49,997 comencen a sonar les alarmes. En el segon incident la baixada de la freqüència va ser prou important perquè la interconnexió amb l'estat francès s'aturés automàticament. La península ibèrica va restar aïllada d'Europa per protecció, per no originar una apagada al conjunt del sistema elèctric europeu. Però aquesta acció va agreujar la situació dins el sistema elèctric espanyol, tenint en compte que un dels dèficits estructurals que té és la manca d'interconnexions a l'exterior, que ajuden a donar inèrcia al sistema i mantenir la freqüència.



La responsabilitat de l'apagada va tombant cap a l'estat espanyol i el gestor de la xarxa elèctrica.

Al cap de cinc segons del primer incident, n'hi ha un altre, el tercer: una baixada sobtada de freqüència, presumptament per sota de 49 Hz. No se sap si això va ser producte d'un incident simple o d'uns quants alhora a llocs diferents. Tanmateix, el primer incident ha deixat el gestor de la xarxa elèctrica sense recursos immediats per a reaccionar, i el segon ha deixat sense interconnexió amb l'estat francès. Amb una freqüència completament descontrolada, es desconnecten, de cop i per seguretat, centrals de producció amb un valor de potència de 15 GW, el 60% de la producció. No se sap per què no van funcionar els mecanismes de control de fallades que aïllen les zones geogràfiques amb problemes, de manera

que no es propaguin a la resta. Aquests mecanismes hi són, però van fallar completament. D'una altra banda, no s'ha especificat quina mena de centrals es van desconnectar, però potser fou tota la producció solar de cop, per un motiu tècnic que no té a veure amb la tecnologia solar actual, sinó amb la regulació que n'han fet els responsables espanyols.

Inèrcia, "formació de xarxa" i la proposta dels experts

Fa uns cent trenta anys que tenim xarxes elèctriques. Es van conformar amb tecnologies de generació que fan servir grans turbines que poden arribar a pesar tones. Parlem de la hidràulica i les centrals de carbó, petroli i gas. Més endavant, van aparèixer les nuclears. Aquestes turbines giren a 50 revolucions per segon (per normativa europea), la freqüència de 50 Hz que dèiem abans. Quan tenim una massa de tones girant a 50 revolucions per segon costa molt, és molt difícil, de canviar-ne la velocitat. És allò que en termes físics s'anomena inèrcia. Atès el pes, la tendència és a mantenir aquesta velocitat-freqüència. Això atorga a aquestes centrals la funció de "formació de xarxa" (grid-forming en anglès). Com que, per aquesta inèrcia, canviar-ne la velocitat de gir demana uns quants segons,

són indemnes als canvis de freqüència de mil·lisegons que hi ha a la xarxa elèctrica, de manera que ajuden a forçar la xarxa a tornar als 50 Hz. Són elements estabilitzadors de la xarxa, als quals caldria afegir els aerogeneradors més moderns (però no els antics).

L'energia solar podria prendre un paper d'estabilització de xarxa si el gestor espanyol ho decidís.

L'energia solar, en canvi, no té aquesta inèrcia perquè no té elements de gir. Produïx electricitat i se sincronitza a 50 Hz gràcies a mitjans electrònics. Pot canviar la freqüència de manera immediata. A la xarxa espanyola, l'energia solar és



configurada perquè sincronitzi la freqüència amb la de la xarxa. Si la xarxa funciona a 50 Hz, se sincronitza a 50. Si és a 49,999 Hz, ho fa a aquesta freqüència. Si la xarxa funciona a una freqüència fora de rang, se'n desconnecta per seguretat. Té el comportament de "seguidor de la xarxa" (grid-follower, en anglès). I, per tant, no té la capacitat d'estabilitzar la xarxa. Aquest pot haver estat un dels altres elements principals de l'apagada general.

Per una banda, una producció solar, seguidora de xarxa, que representava el 53% de la generació elèctrica en el moment de l'apagada. Per una altra, atesos els preus baixos, fins i tot negatius, per l'abundància de producció renovable, algunes centrals formadores de xarxa, més cares, eren desconnectades. Per fer manteniment, oficialment, tot i que alguns analistes sostenen que perquè no els sortia econòmicament a compte, amb preus tan baixos. És a dir, no hi havia prou centrals formadores (estabilitzadores) preparades per actuar. Però experts com Manel Romero, membre de la junta de UNEFCA, que agrupa empreses catalanes del sector fotovoltaic, precisen que aquest comportament de les centrals solars és el que ha definit el regulador, i que les centrals solars s'han limitat a complir les especificacions.

Romero indica que a llocs com Califòrnia, Austràlia i Suècia, les centrals solars són configurades com a formadores de xarxa, no pas com a seguidores, després de les apagades que van tenir fa uns quants anys. La tecnologia actual d'inversors ho permet, fet que abans no era possible. Aquesta és, per tant, una de les propostes dels experts per a evitar una altra gran apagada amb un sistema elèctric d'un pes d'energia solar molt important, com és el cas del sistema ibèric. Això transformaria l'energia solar, d'un simple espectador de la freqüència de la xarxa, que actualment es regula amb unes altres tecnologies i mecanismes, en un actor principal a l'hora de mantenir-ne l'estabilitat. N'hi ha prou que el regulador ho determini, és responsabilitat seva.

L'exemple d'Austràlia Meridional i Califòrnia: calen bateries

Els analistes internacionals han estat clars: "La història es repeteix." Perquè això que ha passat a l'estat espanyol amb una elevada producció renovable ja ha passat en llocs com Califòrnia i Austràlia. El precedent de l'Austràlia meridional és del 2016, quan hi hagué una apagada que va deixar sense llum 850.000 persones, després d'una tempesta que tombà la línia d'interconnexió amb la província del costat. Amb una gran producció eòlica, es va optar per construir una bateria de 100 MW/129 MWh, la més gran del món en aquell moment. La bateria va ser encarregada a Tesla. Elon Musk es va comprometre que entraria en funcionament cent dies després de la signatura del contracte, o no en cobrarien el cost. En aquella ocasió el magnat va complir la data. La bateria tenia dues grans funcions. Per una banda, emmagatzemar l'energia renovable durant els períodes d'excedents, per proporcionar-la després durant els períodes de més baixa producció renovable. Per una altra, fer serveis d'estabilització de la xarxa, com ara el manteniment de la freqüència.



El 2017 va entrar en funcionament a Austràlia la bateria més gran del món en aquell moment, amb la funció també d'estabilitzar la xarxa elèctrica.

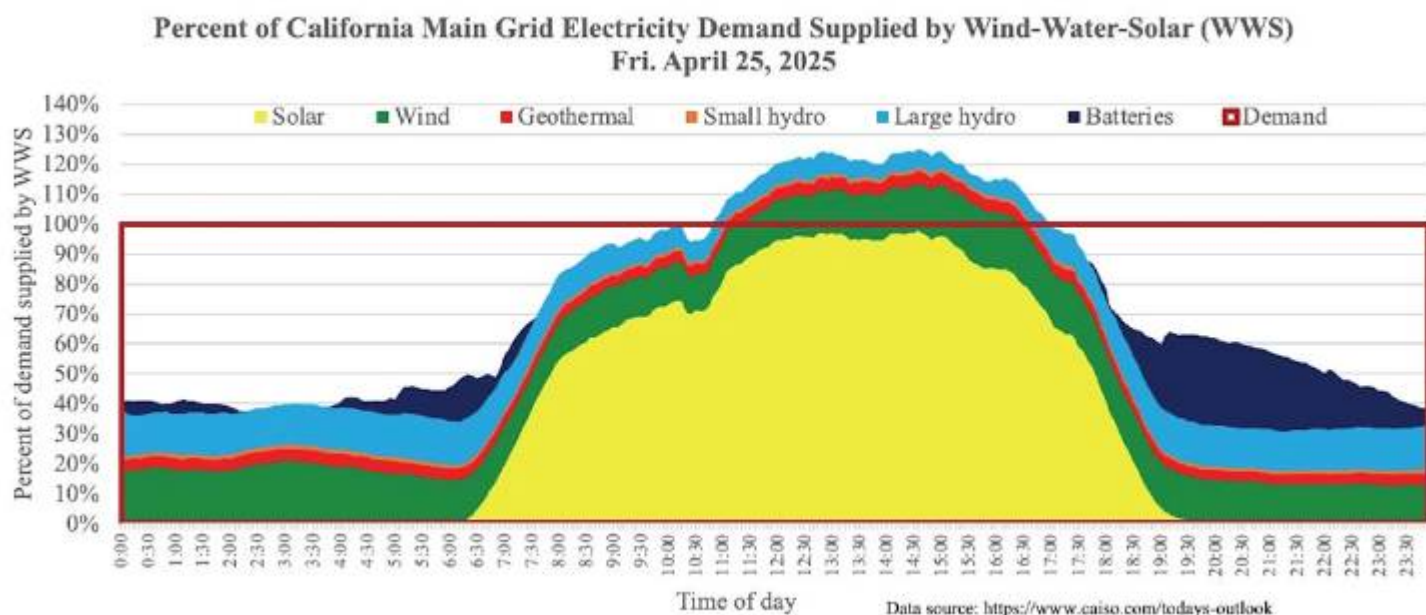
El 2017, un any després de la gran apagada, va entrar en servei. El contracte determinava una compensació econòmica pels serveis que s'esperava que proporcionés. Però mesos després es va haver de revisar a la baixa. El motiu? Funcionava "massa bé" i tenia un guany desproporcionat. Les tecnologies tradicionals d'estabilització de xarxa no podien competir amb la bateria, que tenia un temps de reacció molt menor i sempre arribava primera, de manera que s'enduia tot el guany econòmic. Gràcies a la gran bateria, la xarxa elèctrica funcionava millor,

era més resilient, més forta. I les tecnologies antigues eren relegades.

Per a proporcionar electricitat durant hores amb els excedents renovables, calen bateries grans, de centenars de megawatts hora (MWh), fins i tot gigawatts hora (GWh). Però per estabilitzar la xarxa no cal que tinguin tanta capacitat d'emmagatzematge, perquè tenen la funció d'actuar durant un període molt curt (de segons a pocs minuts) per estabilitzar la xarxa. Aquí és on hi ha una altra proposta d'experts com Romero: instal·lar bateries petites d'uns 5 MWh a les substacions perquè actuïn de formadors de xarxa, és a dir, per estabilitzar-la en cas de desviació de la freqüència. Aquestes bateries són molt comunes i es venen en format de contenidor estàndard, cosa que facilita molt de transportar-les amb vaixell i camió fins al lloc d'instal·lació. Costen entre 1 milió i 3 milions de dòlars. Tenint en compte que a l'estat espanyol hi ha 680 substacions, caldria una inversió d'uns 2.000 milions a tot estirar per posar una bateria d'aquesta mena a cadascuna. A més, l'operació podria ser molt ràpida, atès el format. Cal dir que les primeres estimacions de pèrdues econòmiques de l'apagada superen aquesta xifra econòmica.

Califòrnia, després d'unes quantes apagades, va instal·lar bateries petites que estabilitzessin una xarxa elèctrica amb gran presència de renovables. Entre més motius, perquè aleshores les bateries eren molt cares i no se'n podien tenir de molt grans. Però, quan es van abaratir, aquestes bateries s'han anat ampliant en capacitat, emmagatzemen també els excedents renovables i passen a subministrar aquesta electricitat al vespre durant unes 4-5 hores. Enguany les bateries californianes proporcionen diàriament una mitjana de 30 GWh, per a una demanda total d'uns 515 GWh. Això és un 6% de l'electricitat consumida durant tot el dia. Però al vespre, que és quan proporcionen l'electricitat fonamentalment, arriben a cobrir el 50% de la demanda rutinàriament. Un percentatge que ha fet tancar centrals de gas. I aquesta és una altra de les grans preguntes pendents a l'estat espanyol, on el sector gasístic té un gran pes i capacitat d'influència sobre el regulador. S'ha preferit continuar optant per les centrals de gas com a estabilitzadores, malgrat que el

preu de les bateries ha baixat, una opció millor com mostren Austràlia i Califòrnia? Cal tenir en compte que les poques bateries que s'han instal·lat a l'estat espanyol no poden aportar serveis d'estabilització de xarxa perquè la normativa encara no ha estat desenvolupada, malgrat que fa anys que, en teoria, s'hi treballa.



A Califòrnia l'energia solar (groc) arriba a cobrir gairebé el 100% de la demanda durant el migdia. En canvi, al vespre, les bateries (blau fosc) arriben fins a un 50% (imatge: Mark Z. Jacobson/Bluesky).

Un excés de confiança?

Finalment, cal considerar un aspecte més subjectiu i difícil de quantificar. Els responsables de xarxes elèctriques d'uns quants països aquests darrers anys han repetit un parell d'idees. En primer lloc, que han pogut augmentar progressivament el nombre de renovables al mix energètic. Primer es pensava que no se n'hi podia afegir més del 25%, després del 40%, del 50%, etc. Alguns gestors ja advertien que per sobre del 70% de renovables la gestió es complicava molt sense ajuda d'emmagatzematge per a estabilitzar la xarxa. Tanmateix, l'estat espanyol havia aconseguit d'arribar al 100% sense emmagatzematge, sense bateries. Alhora, durant el confinament de la pandèmia van canviar completament els patrons de consum. El subministrament d'electricitat es calcula amb un dia d'avançament amb models matemàtics sofisticats. Durant la pandèmia aquests models no servien per al canvi de patrons, i es va anar a cegues. La conclusió d'alguns gestors fou que la xarxa elèctrica era més robusta que no creien inicialment, perquè no hi va haver cap gran apagada.

Amb aquesta idea que aguanten tot i estressar-les, i el fet de veure que progressivament es podien anar encabint més renovables fins a assolir el 100%, els gestors espanyols han pecat d'excés de confiança? Han estirat més el braç que la màniga? Pensaven que podien mantenir l'estabilitat de la xarxa amb aquests alts percentatges de renovables seguidors de xarxa, sense fer inversions en grans bateries, canviar la regulació sobre el comportament de la solar, no considerar allò que han fet països amb més experiència i mantenint com a estabilitzadors tecnologies tradicionals com el gas i la nuclear, que són fora del mercat quan els preus són molt baixos, justament per les renovables? Ara mateix, i per les informacions disponibles, sembla que se'n pot treure una primera conclusió: la gran apagada és el resultat de mancances estructurals de la xarxa elèctrica espanyola, tant en el disseny com en la gestió.

Vilaweb

La solució de Texas i Califòrnia per a posar fi a les apagades

Tres dies abans de l'apagada ibèrica, un informe advertia que la solar i l'eòlica començaven a superar la capacitat de la xarxa elèctrica espanyola

Marc Belzunces - 10.05.2025



L'energia solar creixerà ràpidament arreu del món.

Dues setmanes després, es continua parlant de la gran apagada ibèrica. Hi ha un gran interès per a esbrinar què va passar exactament, en un moment que la majoria dels països acceleren la seva transició energètica. L'estat espanyol és un dels que són a l'avantguarda i serveixen d'exemple per a tothom —en aquest cas, de què es pot haver fet malament. Molts experts ressalten que l'estat espanyol, amb unes taxes tan grans de renovables, especialment amb la solar, que arriba al 50% de generació habitualment, només tingués instal·lats 60 MW de bateries estacionàries en el moment de l'apagada, un fet que troben

incomprensible i al qual atribueixen la culpa principal. És per això que també se centra l'atenció en els sistemes elèctrics que tenen proporcions de solar i eòlica equivalents als de l'estat espanyol. I aquí ressalten Texas i Califòrnia. Tot això s'afegeix a un mercat de bateries en ebullició, on gairebé cada setmana s'anuncien noves innovacions.

L'exemple texà

Aquests dies molts experts posen d'exemple allò que s'ha fet a Texas. Malgrat que cada país té unes característiques concretes, es poden trobar molts paral·lelismes d'aquest estat nord-americà amb l'estat espanyol. D'entrada, el 90% de la xarxa elèctrica texana és gestionada per l'Electric Reliability Council of Texas (ERCOT), un operador sense afany de lucre que proporciona electricitat a més de vint-i-set milions de consumidors, un 90% del consum de l'electricitat a l'estat. El febrer del 2021 va tenir una gran apagada, a causa d'una onada de fred extrem que va palesar els déficits estructurals del sistema elèctric i va causar la desconexió del sistema elèctric de la resta dels EUA. La xarxa elèctrica es basava en combustibles fòssils, principalment en el gas (vora el 50%) i es va veure que les centrals i la infraestructura no podien resistir unes temperatures tan baixes. Alguns gasoductes es van congelar i van deixar de proporcionar gas. Les centrals eòliques i solars també van patir pel fred, però molt menys.

El sistema elèctric texà es troba en una fase de transició cap a un pes més gran de renovables. Actualment, la capacitat de generació és d'un 38% amb gas fòssil, 23% d'energia eòlica, 19% de solar, 9% de carbó, 7% d'emmagatzematge, 3% de nuclear i només un 0,3% d'hidràulica. Texas és l'estat dels EUA amb més potència eòlica instal·lada, amb 40 GW. Les centrals solars (sense considerar l'autoproducció) hi arriben a 31 GW, amb un rècord de presència en el conjunt elèctric del 57% al març. L'estat espanyol té unes dades molt semblants: uns 34 GW de solar i taxes de penetració màximes equivalents. Però hi ha una gran diferència que assenyalen els experts: si l'estat espanyol té tan sols 60 MW de bateries, a Texas n'hi ha 11.000 MW en funcionament.



El sistema elèctric de Texas té moltes semblances amb el de l'estat espanyol (fotografia: Wikipedia).

El paper transformador de les bateries

A més, Texas té una normativa de regulació de serveis d'estabilització de la freqüència de la xarxa (el motiu de l'apagada espanyola) desenvolupada que inclou les bateries, a diferència de l'estat espanyol, on la normativa, ara com ara, ha exclòs les bateries en aquests serveis. A Texas, les bateries poden respondre en un quart de segon a qualsevol alteració greu de la xarxa elèctrica. Funcionen tan bé estabilitzant-la, que des que es van integrar en el sistema elèctric texà, el 2021, han anat desplaçant progressivament les altres dues tecnologies competidores, el carbó i el gas. D'ençà del 2022 han cobert més del 50% de les incidències d'alteració de la freqüència i de reserves de resposta, la capacitat de variar la producció

elèctrica en un termini de 10 minuts. Actualment, les bateries donen resposta a més del 80% de les incidències en aquests dos apartats. El 2023, a més, ERCOT va introduir el servei ECRS, amb reserves de contingència dissenyades específicament per cobrir l'augment de l'eòlica i la solar, amb la seva intermitència. Aquestes reserves ECRS s'activen en 10 minuts i poden proporcionar electricitat almenys durant dues hores. Aquí les bateries també han augmentat la participació progressivament fins a assolir un 30%-50%, tot i que el gruix encara es cobreix amb gas.

Precisament un dels motius que s'han donat perquè a l'estat espanyol no s'hagin propagat les bateries és l'existència de moltes centrals de gas que poden estabilitzar la xarxa. Tanmateix, com hem dit, fins ara el sistema elèctric texà es basa principalment en centrals de gas, i això no ha impedit d'incorporar 11 GW de bateries per a emmagatzemar els excedents renovables i proporcionar estabilitat a la xarxa. Però les ambicions texanes en renovables no s'han acabat. D'aquí al 2030 esperen doblar sobradament la solar, i arribar a 72 GW. D'eòlica, pel cap baix, n'instal·laran 15 GW més. Aquest desplegament renovable anirà també amb un augment molt considerable de grans bateries estacionàries, que es multiplicaran per quatre, fins a un valor de 39 GW el 2030; i també de noves línies d'interconnexió amb estats veïns.



Les grans bateries estacionàries BESS són una peça clau per a l'estabilitat de les xarxes elèctriques.

Centrals elèctriques virtuals a Texas i Califòrnia

Però a Texas van més enllà, i aquests dies s'ha anunciat una nova central elèctrica virtual (Tesla n'hi té una de fa un temps), amb la col·laboració del fabricant alemany de bateries Sonnen. En aquest cas, es tracta d'aprofitar les plaques solars i bateries de les cases, ajuntant-les virtualment gràcies a programari específic que ho analitza tot i decideix quan és millor carregar la bateria i descarregar-la. Amb això ajuda la xarxa elèctrica quan hi ha incidències, un excés de producció renovable o una manca de producció elèctrica. A més, als clients que vulguin participar-hi els instal·laran plaques solars i dues bateries de 4,8 kW de potència i 20 kWh de capacitat d'emmagatzematge.

D'entrada, amb la base de clients disponible, aquesta gran central virtual disposarà de 60 MWh de capacitat d'emmagatzematge, xifra que anirà pujant cada mes.

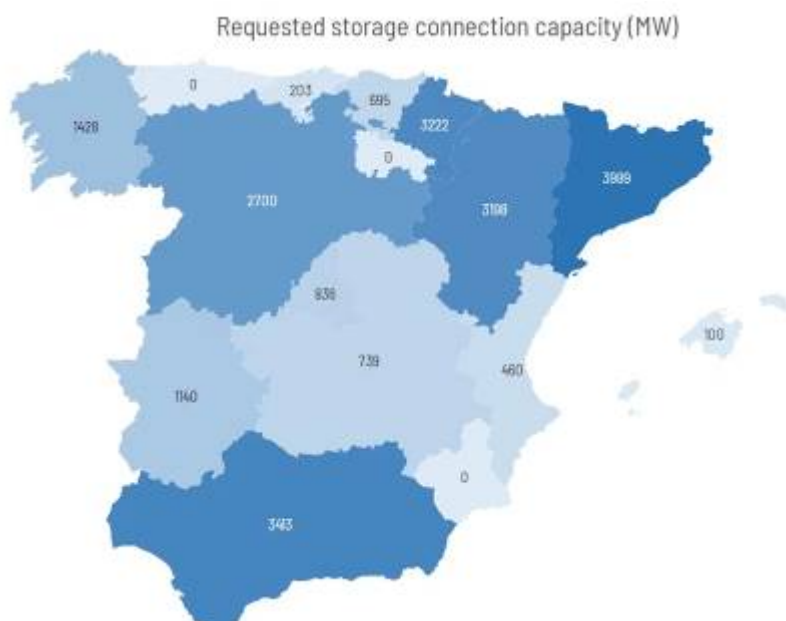
Califòrnia també té una central virtual, la més gran del país, amb 75.000 bateries residencials i 375 MW de potència en total. Aquest estat cobreix habitualment el 100% de la demanda elèctrica de les hores centrals del dia (unes 4-5 hores de mitjana) amb solar, eòlica i hidràulica. De fet, la solar tota sola, amb 43 GW en servei, arriba a cobrir el 100% de la demanda més d'un dia. I, així i tot, d'ençà del 2020 no ha tingut cap gran apagada. El secret? Actualment, té en operació uns 16 GW de bateries que proporcionen 31 GWh d'electricitat diaris, i arriba a representar el 30-50% del consum a les hores del vespre, tot un rècord mundial. Això ha fet que el consum de gas hagi disminuït d'un 45% en relació amb el 2023 i d'un 24% en comparació amb el 2024.

Els plans renovables a Califòrnia tampoc no s'acaben ací. Fins el 2035 preveuen d'afegir 19 GW nous de solar (10 GW fins al 2030), 21 GW d'eòlica i 16 GW més de bateries. Amb vista al 2045, la previsió és superar els 50 GW de bateries, planificació que es podria trobar superada pel dinamisme que experimenta el sector, com veurem més endavant.

I l'estat espanyol?

L'estat espanyol va tancar el 2024 amb una generació renovable de 149.000 GWh, el 57% del total del combinat elèctric, un creixement del 10% en relació amb l'any anterior. Actualment, i segons dades de Red Eléctrica, la capacitat total de generació del sistema elèctric espanyol és de 134 GW. La solar és la tecnologia principal, amb 34 GW, seguida de l'eòlica (32 GW), el gas (26 GW de cicles combinats i 5,5 GW de cogeneració), la hidràulica (17 GW) i la nuclear (7 GW). Com dèiem, el fet extraordinari és que això ho hagi assolit sense una capacitat d'emmagatzematge ressenyable, amb només 60 MW de bateries BESS instal·lades, 6,3 GW d'hidràulica de bombatge i 1 GW d'emmagatzematge tèrmic. De fet, aquests dos darrers són els més elevats d'Europa, cosa que segons alguns experts ha fet que no s'hagin instal·lat més bateries. Això, al seu torn, ha motivat que no s'hi hagi desenvolupat la regulació normativa de les bateries. La situació actual és que les bateries no poden oferir serveis d'estabilització de la xarxa elèctrica, a diferència de Texas o Califòrnia.

Tanmateix, cal dir que el pla integrat d'energia i clima (PNIEC), elaborat pel govern espanyol, preveu de tenir 22 GW de bateries l'any 2030. Però, de fet, actualment i gràcies al gran abaratiment de bateries, hi ha un boom de sol·licituds per a connectar més que aquesta xifra a la xarxa elèctrica. El juliol del 2024 havien sol·licitat permís 14 GW de bateries. Xifra que havia arribat a 22 GW el gener del 2025, amb 8 GW nous en poc més de mig any. El Principat encapçala la petició d'emmagatzematge, amb 3.989 MW, mentre que al País Valencià se n'han sol·licitat 460 MW i a les Illes Balears, 100 MW. De fet, a l'estat espanyol, 9,5 GW ja tenen permís d'accés i connexió a la xarxa. A aquesta xifra cal afegir-n'hi uns 6 GW de nova hidràulica de bombatge que també hi han sol·licitat accés, cosa que proporciona una capacitat d'emmagatzematge total de 31 GW, que supera la planificació governamental.



Catalunya encapçala la petició d'emmagatzematge a l'estat espanyol (imatge: Rabobank).

El mercat de bateries, en plena ebullició

Cal dir que totes aquestes planificacions, tant a l'estat espanyol com a Texas i Califòrnia, poden ser superades per l'evolució del mercat de bateries. A principi d'any ja us parlàvem del gran abaratiment de les bateries, amb preus de 66 dòlars el kWh a la Xina, incloent-hi tot, bateria, construcció de la central i manteniment durant vint anys. Aquests dies hem sentit dir que les bateries encaririen el preu de l'electricitat, però amb aquests preus (que encara no han arribat a Europa), tenint en compte vides útils de 15.000 cicles de càrrega i descàrrega, tenen un cost de 0,44 cèntims de dòlars per cada kWh servit per una bateria durant tota la seva vida útil. Un cost molt petit que no equival directament a una pujada del preu de l'electricitat d'aquesta xifra, atès que les bateries permeten aprofitar més bé la producció solar i eòlica i, per tant, fan que el cost del kWh produït per

aquestes dues tecnologies baixi.

El sector de bateries és en plena ebullició, i hi ha novetats gairebé setmanalment. I no solament en el preu. La xinesa CATL, el primer fabricant mundial de bateries, ha anunciat fa pocs dies novetats que permeten de transportar i instal·lar més fàcilment les grans bateries estacionàries BESS. L'any passat va presentar les bateries Tener en format de contenidor marítim estàndard, amb una capacitat de 6 MWh. Fa pocs dies, a Munic, ha presentat una variant de 9 MWh, el Tener Stack, també en forma de contenidor, però en aquest cas apilat, atès que es divideix en dos. El motiu per fer-ho així és que es pugui transportar més fàcilment per carretera en camions sense superar el límit legal de 36 tones que hi ha en la gran majoria de països. D'aquesta manera, s'evita demanar permisos de transport especial i qualsevol camió pot transportar les bateries, cosa que n'abaixarà d'un 35% els costos de transport, segons CATL.

La companyia, que ha proporcionat bateries a més de 1.700 projectes arreu del món, també diu que el nou format, en comparació amb un sistema de bateries amb mida de contenidor estàndard de 20 peus, representa un augment del 45% d'ús volumètric i del 50% de la densitat energètica. CATL diu que cada Tener Stack pot carregar 150 cotxes elèctrics, cosa que mostra que una de les aplicacions principals seran les estacions de càrrega. En el cas de les bateries estacionàries BESS, per a la xarxa elèctrica, fa que amb les noves Tener de 9 MWh calgui un terç menys de contenidors en relació amb el sistema anterior de 6 MWh, amb estalvis econòmics del 20% en la construcció i una disminució de l'espai requerit del 40%.



Els xinesos de CATL han presentat noves bateries estacionàries per a facilitar-ne el transport per carretera.

El segon fabricant de bateries, el també xinès BYD, no es vol endarrerir i també ha anunciat novetats. En aquest cas, en el segment de les bateries residencials, per a cases. Ha presentat una nova generació que fa servir les piles Blade, que fins ara tan sols emprava a les bateries per a cotxes. Fer-les servir en tots dos segments, i per economies d'escala, farà baixar-ne el cost. Un preu, el de les bateries residencials per a la casa, que ja ha baixat a més de la meitat aquests darrers 10 anys. D'exemple, una bateria de 15 kWh de primeres marques es pot trobar per uns 5.000-6.000 euros, xifra que pot baixar a la meitat en marques

més econòmiques. I bateries de 4-5 kWh les trobem entre 1.000 euros i 1.500. Atès aquest abaratiment, el sector també ofereix bateries per a negocis i indústries fins fa poc impensables. Així, els xinesos de Powerroad han presentat recentment bateries modulars de 233 kWh que en què es poden ajuntar fins a 10 mòduls, amb un total de 2,33 MWh i ocupant solament 1,7 metres quadrats.

Tot plegat fa que moltes cases amb plaques solars, empreses i indústries considerin d'adquirir bateries. I d'ací l'interès a Texas, Califòrnia, Alemanya i molts més països a fer grans centrals elèctriques virtuals agrupant-les. Tanmateix, a l'estat espanyol ara per ara és impossible perquè la regulació no s'ha desenvolupat. Per acabar, no es pot dir que no se sabessin els problemes estructurals del sistema elèctric espanyol. Si l'apagada es produí el 28 d'abril, un informe publicat tres dies abans, el 25 d'abril, apuntava que la capacitat solar i eòlica començava a superar la capacitat de la xarxa elèctrica espanyola, s'hi denunciava una manca d'un marc regulador clar i de fonaments de mercat sòlids i es demanava que s'afegissin bateries a les plantes solars i eòliques, entre més mesures tècniques. Tothom ho veia.

Vilaweb

Un mes de l'apagada elèctrica: causes encara desconegudes i investigació sota secret

El 28 d'abril milions de persones a la península ibèrica es van trobar sense electricitat, i avui, un mes després, encara no se n'han aclarit les causes

Alexandre Solano - 27.05.2025



Un mes després de l'apagada que va deixar a les fosques els habitants de la península ibèrica, encara hi ha més incògnites que no pas certeses. Pocs minuts després de les 12.30, la major part dels Països Catalans –llevat de les Illes, Catalunya Nord i Andorra– van quedar sense electricitat i, posteriorment, sense telecomunicacions; una apagada que va afectar també Portugal, l'estat espanyol i el País Basc sota administració espanyola.

L'apagada va començar, de sobte, a les 12.32 del dilluns 28 d'abril. En aquell moment hi va haver un incident a la xarxa elèctrica espanyola que fou detectat a l'estat francès. No se sap encara què va provocar aquest incident, si va fallar una central, una substació o una línia elèctrica, ni per quin motiu va caure. Aquesta primera fallada de generació es va poder compensar amb uns altres recursos, però, un

segon i mig més tard del primer incident, n'hi va haver un altre, novament de naturalesa indeterminada. El segon incident va ser prou important perquè la interconnexió amb l'estat francès s'aturés automàticament.

Al cap de cinc segons del primer incident, hi hagué el tercer, definitiu. Com que el primer havia deixat el gestor de la xarxa elèctrica sense recursos immediats per a reaccionar, amb la freqüència completament descontrolada, es van desconnectar, de cop i per seguretat, centrals de producció amb un valor de potència de 15 GW, el 60% de la producció. A Andorra, l'apagada va durar solament deu segons, perquè el proveïment d'electricitat es va canviar i es va agafar de l'estat francès.

Sí que se sap que la primera fallada es va detectar a Granada, la segona a Badajoz i la tercera a Sevilla. Els mecanismes de seguretat de Red Eléctrica Espanyola, segons que expliquen, es van activar, però no van evitar l'apagada total. Aquesta caiguda abrupta va desencadenar un procés en cascada, i zones senceres es van desconnectar per sobretensió.

Més enllà de l'origen de les incidències, hi ha una altra qüestió: per què no van funcionar els mecanismes de control de fallades que aïllen les zones geogràfiques on hi ha problemes, de manera que no es propaguin a la resta. El resultat va ser que cinquanta milions de persones van quedar sense electricitat. I, alhora, els semàfors van deixar de funcionar, els serveis de metro de Barcelona, València i més ciutats es van suspendre completament i milers de ciutadans van restar atrapats en trens i ascensors.

Segons que han explicat el govern espanyol i Red Eléctrica, no fou pas un incident únic, sinó un conjunt d'anomalies sense precedents. Es descarten problemes de cobertura, manca de reserva o fallades en l'entramat de la xarxa.

El restabliment del servei va ser lent i progressiu. A Catalunya, les primeres àrees a recuperar el subministrament van ser les comarques del Gironès, Osona i el Vallès Oriental, cap a les 14.40. A l'àrea metropolitana de Barcelona el servei va començar a tornar més tard. Al País Valencià, la recuperació no va començar fins a les 18.30. A les sis del matí de l'endemà, dimarts 29 d'abril, el govern espanyol no va anunciar que s'havia recuperat el 99,16% de la demanda elèctrica de tot l'estat.

Sense indicis de ciberatac, però la investigació continua

Les causes continuen sense aclarir-se i la investigació judicial i tècnica segueix el seu curs. La previsió és que trigarem força a temps a saber-ho. La Xarxa Europea de Gestors de Xarxes de Transport d'Electricitat (ENTSO-E) ha impulsat una investigació, en aplicació de la legislació europea, que exigeix l'anàlisi d'incidents "excepcionals i greus", amb la voluntat que l'informe definitiu es publiqui el setembre de l'any vinent.

Les autoritats fins ara han ofert explicacions vagues i sovint contradictòries, cosa que ha afavorit que sorgissin tota mena d'especulacions. La possibilitat d'un ciberatac –una de les primeres hipòtesis– ha estat descartada per la ministra de Transició Ecològica espanyola, Sara Aagesen, i Red Eléctrica espanyola. Tanmateix, el jutge de l'Audiència espanyola José Luis Calama manté oberta la investigació per un possible sabotatge informàtic i ha prorrogat el secret de sumari durant un mes més.

El jutge ja ha rebut els informes de Red Eléctrica i del Centre Criptològic espanyol, a més d'un primer informe de la Comissaria d'Informació de la policia espanyola. La investigació es va obrir d'ofici l'endemà mateix del dia dels fets, com a suposat delictes de terrorisme previst a l'article 573 del codi penal espanyol, que inclou els atacs informàtics contra serveis essencials.

En aquesta línia, el dia de l'apagada l'exèrcit espanyol es va desplegar per protegir instal·lacions militars importants. Concretament, VilaWeb va contrastar que s'havien desplegat unitats del canoner blindat sobre rodes Centauro B1 a la rodalia de la base Jaume I de Bétera (Camp de Túria), on hi ha el quarter general de desplegament ràpid de l'OTAN a l'estat espanyol.

Divergències entre Red Eléctrica i les elèctriques privades

L'Associació d'Empreses d'Energia Elèctrica (AELEC), que agrupa grans elèctriques com Iberdrola, Endesa i EDP, ha reclamat ara, un mes després de l'incident, més claredat, coherència i transparència sobre l'apagada del 28 d'abril. La patronal demana una "explicació tècnica rigorosa" i lamenta que el sector i els ciutadans continuïn sense saber què va passar. L'AELEC remarca que cap de les seves associades no va identificar "errors" en les instal·lacions el dia de l'apagada. "Les dades clau d'un sistema elèctric que pertany a tots els ciutadans no haurien de ser confidencials", diu.

Alhora, demanen que la investigació inclogui les oscil·lacions extremes de tensió observades aquell matí i en dies anteriors. Posen d'exemple les desconexions automàtiques a la refineria de Cartagena i a línies d'alta velocitat d'ADIF. Red Eléctrica, en canvi, diu que els paràmetres de tensió eren dins els marges legals i que no hi ha cap prova que aquestes oscil·lacions tinguin relació amb l'apagada. També subratlla que cada dia té una configuració diferent de xarxa, per la qual cosa no es pot establir una correlació automàtica.

Red Eléctrica de España ha assenyalat que la causa fou "una oscil·lació molt forta del flux de potència de xarxes", però no especifica l'origen de l'anomalia. La ministra de Medi Ambient i Energia de Portugal, Maria da Graça Carvalho, va dir a començament de mes que l'apagada no havia estat pas causada per les energies renovables, sinó per la gestió espanyola del sistema i de la xarxa elèctrica. **"Estic convençuda que l'origen no està en la tecnologia, sinó en el sistema", va dir.**

L'afer ha arribat també al parlament espanyol. El president Pedro Sánchez i la ministra Sara Aagesen han comparegut al congrés i al senat, on han rebut retrets per manca d'informació concreta. El govern addueix que la complexitat tècnica obliga a analitzar milers de milions de dades abans de poder fer afirmacions sòlides. El senat ja ha aprovat una comissió d'investigació, i el congrés en debat dues propostes –una del PSOE i Sumar, i una altra del PP– que podrien culminar en una altra comissió la setmana vinent.

Vilaweb

Per confeccionar aquest document sobre l'apagada elèctrica a la península ibèrica del 28 d'abril del 2025 hem recollit un article publicat a la web de l'Institut de Ciències del Mar, una entrevista al membre de l'ICM Antonio Turiel publicat a Nos Diario i quatre articles més publicats al digital Vilaweb.

Tres dels articles de Vilaweb són signats per Marc Belzunces, periodista especialitzat en energies renovables i la seva tecnologia. Aquest fa èmfasi en la necessitat d'instal·lar bateries per estabilitzar la xarxa elèctrica, la qual cosa requereix canvis de regulació, i millorar l'aprofitament de les energies renovables.